Fermi 伽玛暴时间分辨谱拐折幂率拟合的模型限制[1]

王道周，彭朝阳，常学钊，陈家明，王晨，罗双玲

（云南师范大学 物理与电子信息学院，云南 昆明 650500）

摘 要：我们使用模型 SBPL（平滑拐折幂率）、BPL（两段幂率直接连接的折线）和 Band 去拟合 8 个 Fermi 亮暴得到 165 个最佳模型拟合谱。然后根据这 165 个谱的能流 Fluence 得出三个模型拟合数据的范围和一些结论。得到 BPL 能很好地拟合较暗的暴（$Fluence<5\times10^{-5}erg/cm^2$），而较亮的暴用 Band（$5\times10^{-5}erg/cm^2<Fluence<20\times10^{-5}erg/cm^2$）和 SBPL（$20\times10^{-5}erg/cm^2<Fluence<38\times10^{-5}erg/cm^2$）可以得到更好地拟合。样本中接近一半的谱被 BPL 拟合的好，表明有些较暗的暴的谱形接近折线形状，即谱拐折比较尖锐。虽然多数光谱中最佳拟合模型是 BPL，但 Band 和 SBPL 也得到可接受的拟合，并且高能光子少以至于现有的数据不能很好地排除一些能谱模型。另外目前的拟合可能受到仪器响应矩阵的影响，不能很好地确定真实的物理模型，即伽玛暴谱看似能被模型解释，但可能不是真实的。

关键字：伽玛射线暴；瞬时辐射；光谱拟合；数据分析

中图分类号：P172.3　　文献标识码：A　　文章编号：1007-2276-(2004)4-0338-05

0 引 言

伽玛射线暴(伽玛暴)是最近几十年来观测到的最剧烈的天文现象之一，它具有高光度，高能量和持续时间短等特点。伽玛暴的产生、光谱的形成及形状仍然不清楚，也就是目前的研究热点之一—辐射机制。目前认为伽玛暴谱由热辐射成分和非热辐射成分组成，热辐射来自于火球光球层，能够被火球模型所预测，在一些伽玛暴中能够发现热成分的存在[1-2]。观测的非热辐射谱是简单的拐折幂率谱，最可能产生非热谱的机制是同步辐射和逆康普顿散射，

1基金项目：国家自然科学基金 (11763009).

收稿日期：2003-10-02；　修订日期：2004-01-26

作者简介：王道周，男，硕士，研究方向：伽玛射线暴. Email:wangdaozhou12@163.com

通信作者：彭朝阳，男，博士，研究方向：物理课程教学和伽玛射线暴. Email:pengzhaoyang412@163.com

目前的多波段观测不支持逆康普顿散射机制[3]。所以在产生伽玛暴的机制中同步辐射是一个较好的候选者并且它可以在标准火球模型中产生。在标准火球模型中，伽玛暴中心引擎发射许多以相对论速度运动的壳层，当速度较快的壳层追赶上速度较慢的壳层时，壳层发生碰撞形成激波并且激波中的电子被加速后在辐射区磁场中高速旋转，然后高能伽玛光子通过同步辐射机制发射出来 [4-5]（内激波模型）；如果火球壳层磁化率σ>1，壳层碰撞会使辐射源周围磁场磁感线发生重联，电子将会在新的磁场中被加速（磁重联模型[6-7]）。内激波和磁重联模型是伽玛暴瞬时辐射的两种主流模型。

在观测上，对于大部分亮暴，一个经验的双幂率光滑连接函数能够拟合的很好，即 Band 函数[8]，两段幂率分别由低能量和高能量光子指数α和β描述。对于一些暗暴，单幂率高能截断的康普顿模型（COMP）拟合的好，当 Band 函数的高能指数趋近无穷时，即$\beta \rightarrow \infty$，Band 函数转变为 COMP 函数。另外，对于一些亮暴，平滑拐折幂率函数（SBPL）拟合的较好[9]，SBPL 模型除了高低能谱指数α和β外，它还引入了一个描述光谱拐折锐度的量Δ，并且 SBPL 谱的谱拐折随Δ的增大而变得越来越平滑[10]，对于 Fermi/GBM 数据Δ的值固定在 0.3。但是，最近 Yu Hoi-Fung 使用上述三个模型去拟合 81 个亮暴的时间分辨数据得到大部分能谱的最佳拟合模型是高能截断的 COMP[9]。此外，Magnus Axelsson 和 Yu Hoi-Fung 利用谱宽度 W 和谱锐度角度 θ 来测试同步模型解释伽玛暴谱的能力，他们发现伽玛暴谱比同步辐射谱更窄，伽玛暴谱更尖[11-12]，这表明伽玛暴谱的谱拐折更加尖锐。这激发了我们对伽玛暴谱的形状进一步研究，尤其是能谱峰和拐折附近的谱形状。因此我们在本文中使用拐折幂率模型 SBPL、折线幂率模型 BPL 和 Band 函数去拟合 8 个 Fermi 亮暴的时间分辨谱数据。然后根据模型拟合优度在所有的能谱中找出最佳拟合谱，最后得到每个能谱的时间积分能流 Fluence。目的是从能流 Fluence 的角度得到三个模型的最佳拟合范围以及探索伽玛暴能谱峰或谱拐折附近的谱形状。

1 样本选取和分析方法

Fermi GBM 由 12 个 NaI（8keV～900keV）探测器和 2 个 BGO（200keV～40MeV）探测器组成，它覆盖的能量范围为 8keV～40MeV[13]。在执行光谱分析时，每个暴一般选择 3 个探测器，首先确定 2 个最亮的 NaI 探测器，另外 1 个 BGO 也随之确定。GBM 观测数据保存为三种文件类型：CTIME 文件、CSPEC 文件和 TTE 文件，相比于前两种文件类型，TTE 文件有最小的时间分辨率（2μs），因此在本文中使用 TTE 数据进行时间分辨谱分析。我们根据两个标准（伽玛暴在整个瞬时辐射过程能量流量$F_e \geq 4\times10^{-5}$ erg s^{-1}cm^{-2}或光子流量$F_p \geq 20$ph s^{-1}cm^{-2} [9]）选择几个最亮的长暴如表 1 所示，并且使用一个新的光谱拟合包来完成光谱分析，该包是基于 Markov Chain Monte Carlo (MCMC)方法，并且已经有人对这个包进行了详细描述[14]。下面是几个拟合模型的定义。

经验的 Band 函数定义为[8]：

$$f_{Band}(E)=A\begin{cases}(\frac{E}{100keV})^{\alpha}\exp\left[-\frac{(\alpha+2)E}{E_p}\right]: E<E_c, \\ (\frac{E}{100keV})^{\alpha}\exp(\beta-\alpha)(\frac{E_c}{100keV})^{\alpha-\beta}: E\geq E_c,\end{cases} \quad (1)$$

其中$E_c=\frac{\alpha-\beta}{\alpha+2}E_p$，A为能量在 100keV 时的归一化常数，单位为ph $s^{-1}cm^{-2}$ keV^{-1}；α和β分别为低能段和高能段幂律谱指数；E_c和E_p分别为临界能量和νF_ν能谱峰值能量，单位都为 keV。

拐折幂率 SBPL 模型定义为[15]：

$$f_{SBPL}(E)=N_0\left[(\frac{E}{E_b})^{w\alpha}+(\frac{E}{E_b})^{w\beta}\right]^{-1/w}, \quad (2)$$

折线幂率 BPL 模型定义为：

$$f_{BPL}(E)=N_0\begin{cases}(\frac{E}{E_b})^{-\alpha}: E<E_b, \\ (\frac{E}{E_b})^{-\beta}: E\geq E_b,\end{cases} \quad (3)$$

在等式（2）和（3）中，N_0为能量在 100keV 时的归一化常数，单位为ph $s^{-1}cm^{-2}keV^{-1}$；E_b为νF_ν能谱拐折处能量，单位为 keV；α和β分别为低能段和高能段幂律谱谱指数；w 是描述光谱拐折锐度的拐折尺度。BPL 是两段幂率直接连接的折线模型。

表 1 伽玛射线暴参数及使用的探测器编号

Tab.1 Gamma-ray burst parameters and detector numbers used

GRBs	T_{90}/s	detector	F_e/(erg/s/cm^2)	F_p(64\256\1024)/(ph/cm^2/s)		
140329	21.248	n8 nb b1	6.70E-05±3.32E-08	128.261±3.9240	116.233±1.9083	104.63±0.9108
101123	103.938	n9 na b1	1.17E-04±5.29E-08	50.4388±2.1025	45.5368±1.0179	39.4933±0.4845
100826	84.993	n7 n8 b1	1.64E-04±9.71E-08	37.3346±1.7127	33.1921±0.8096	29.5819±0.3972
130427	138.242	n9 na b1	2.46E-03±1.24E-06	1259.22±10.5135	1210.15±4.8497	1051.86±2.2150
170114	12.032	n1 n2 b0	1.82E-05±6.18E-08	32.2350±1.9843	29.7231±0.9272	26.6774±0.4500
171010	107.266	n8 nb b1	6.33E-04±9.85E-08	137.251±4.4113	133.092±2.1779	120.14±1.0478
150627	64.577	n3 n4 b0	1.80E-04±3.83E-07	78.4556±2.5316	75.7634±1.2617	65.2531±0.5985
180720	48.897	n6 n7 b1	2.99E-04±9.03E-08	170.578±2.6555	158.29±1.2936	124.548±0.5908

2 分析结果

我们使用 Band、SBPL 和 BPL 模型分别拟合 8 个暴的时间分辨谱，其中两个暴的部分拟合结果如表 4，并且列标题如下：（1）伽玛暴名字；（2）光谱分析的开始和结束时间；（3）拟合模型；（4）~（8）模型拟合参数；（9）χ^2/Dof；（10）BIC (Bayesian Information Criteria，定义为 BIC=χ^2+n_params×ln(n_datapoints)，n_params 是拟合模型参数，n_datapoints

是数据点个数；贝叶斯公式对发生概率进行修正，再利用期望值和修正概率做出最优决策，对同一组数据拟合中，BIC 越小的模型优度越好）；（11）能流 Fluence（1~10^4 keV）。三个模型拟合 8 个暴的 165 个时间分辨谱，总的得到 495 个拟合能谱。在能流 Fluence 比较小的伽玛暴中，如 GRB100826，从三个模型的 BIC 值可以粗略地得到折线 BPL 模型比 SBPL 和 Band 得到更好的拟合，而在能量 Fluence 比较大的 GRB130427 中 Band 和 SBPL 的拟合优于 BPL。下面我们从每个时间分辨谱拟合中得到比较精确的模型拟合数据的范围和一些结论。

由图 1 和表 2 所示，BPL、Band 和 SBPL 拟合的伽玛暴的 Fluence 分布的中间值分别为 2.24×10^{-5}erg/cm^2、2.61×10^{-5}erg/cm^{2}和 9.28×10^{-5}erg/cm^2。然而在 Fluence<5×10^{-5}erg/cm^{2}范围内 BPL 拟合的最好，在 5×10^{-5}erg/cm^2<Fluence<20×10^{-5}erg/cm^2 Band 拟合的最好，在 20×10^{-5}erg/cm^2< Fluence <38×10^{-5}erg/cm^2 SBPL 拟合的最好。SBPL 函数可以很好地拟合 Fluence 范围广且值比较大的数据，主要因为该模型引入了一个描述能谱拐折的量 w，表示该模型在能谱峰附近曲率比较灵活，它对谱拐折比较尖锐或光滑的能谱都能较好地拟合，但在 Fluence 较小的数据中 BPL 模型的拟合优于 SBPL（图 3）。因此，可以得到 Fluence 较小的数据能用 BPL 模型很好地拟合，Fluence 较大的数据能用 SBPL 和 Band 很好地拟合。此外，表 3 显示了 165 个最佳拟合谱中各模型拟合能谱的数目，我们可以看到样本中接近一半的能谱被折线 BPL 模型很好地拟合。表明有些暴的谱形状接近折线，尤其是较暗的暴，即这些伽玛暴能谱的谱拐折比较尖锐。

图 2 给出 SBPL 拟合所有时间分辨谱得到的 w 参数分布，可以看出 w 呈双峰分布（0~10 和 10~50）。图 3 显示两个峰内 SBPL 和 BPL 拟合数据得到的 BIC 值的分布。w 分布在第一个峰时，SBPL 拟合优于 BPL（图 3 中左图），在第二个峰时 SBPL 和 BPL 拟合结果基本一致（图 3 中右图），但在这部分谱中最佳拟合模型是 BPL。这表明参数 w 的值越大谱拐折越尖锐，如 GRB100826，折线 BPL 可以得到很好的拟合；w 越小光谱拐折越平滑，如 GRB130427，SBPL 拟合的更好。此外，在 Fluence<4×10^{-5}erg/cm^{2}范围内能谱的最佳拟合模型是 BPL，但 Band 和 SBPL 也有相似的拟合优度（图 4 是三个模型在这个 Fluence 区域内拟合数据的 BIC 分布），表明现有的数据不能很好地剔除一些光子模型。另外在图 5 中可以看出高能端光子数特别少，高能幂率指数得不到很好地限制，在表 4 中β的误差也比较大，因此我们的拟合结果受高能部分有限光子数的影响。所以在进行光谱分析时需要更高质量和更多数量的高能光子，也就是仪器需要更高的时间和能量分辨率去探测到更多的光子。

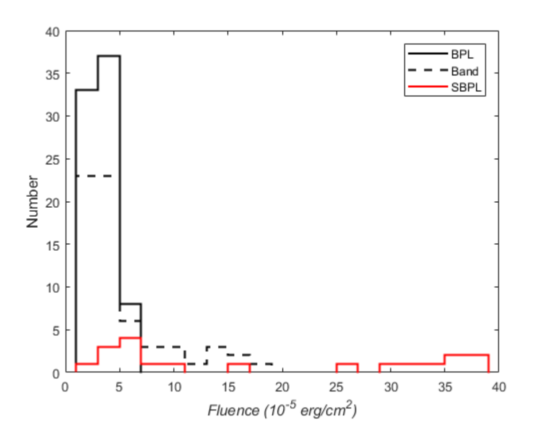


图 1 所有时间分辨谱能量 fluence（1～10^4 keV）的分布，最佳拟合模型由不同的颜色表示

Fig. 1 The distribution of Fluence (1～10^4 keV) for all time-resolved spectra, the best-fit model is represented by different colors

表 2 样本中最佳拟合模型的 Fluence 中间值

Tab. 2 Fluence median of the best-fit model in the sample

	Fluence (erg/cm^2)×10^{-5}		
Best-model	Band	SBPL	BPL
Median	2.61	9.28	2.24

表 3 样本中模型的最佳拟合光谱数目

Tab. 3 The number of best-fitting spectra of the model in the sample

Best-model	Band	BPL	SBPL	All spectra
Sample size	65	78	22	165

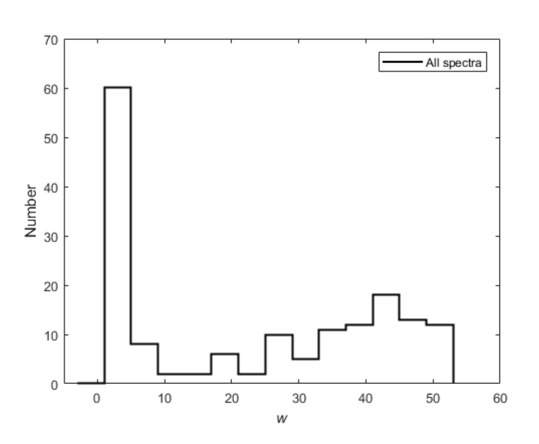


图 2 SBPL 模型参数 w 的分布

Fig. 2 Distribution of parameter w of SBPL model

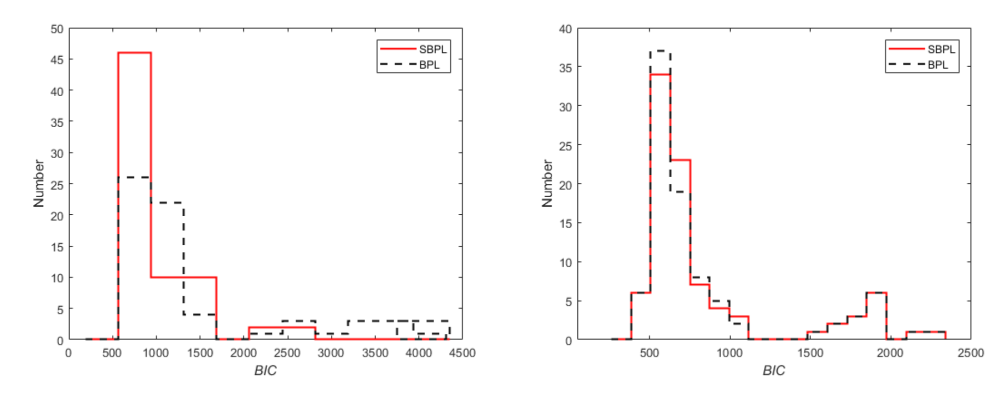


图 3 左图:参数 w 在 0~10 之间 SBPL 和 BPL 模型的 BIC 分布；右图:参数 w 在 10~50 之间 SBPL 和 BPL 模型的 BIC 分布

Fig. 3 Left: BIC distribution of SBPL and BPL models with parameter w between 0~10; Right: BIC distribution of SBPL and BPL models with parameter w between 10~50

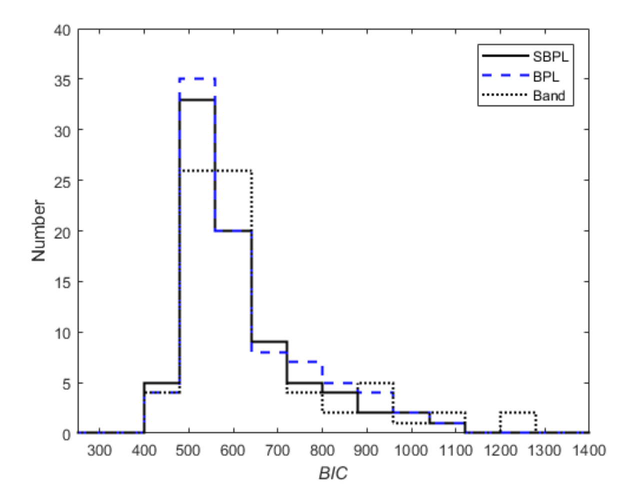


图 4 Fluence 在 0~4×10^{-5}erg/cm^{2}之间三个模型拟合数据的 BIC 的分布，模型由不同的颜色表示

Fig. 4 Fluence is between 0~4×10^{-5}erg/cm^2, the BIC distribution of the three models fits the data, models are represented by different colors

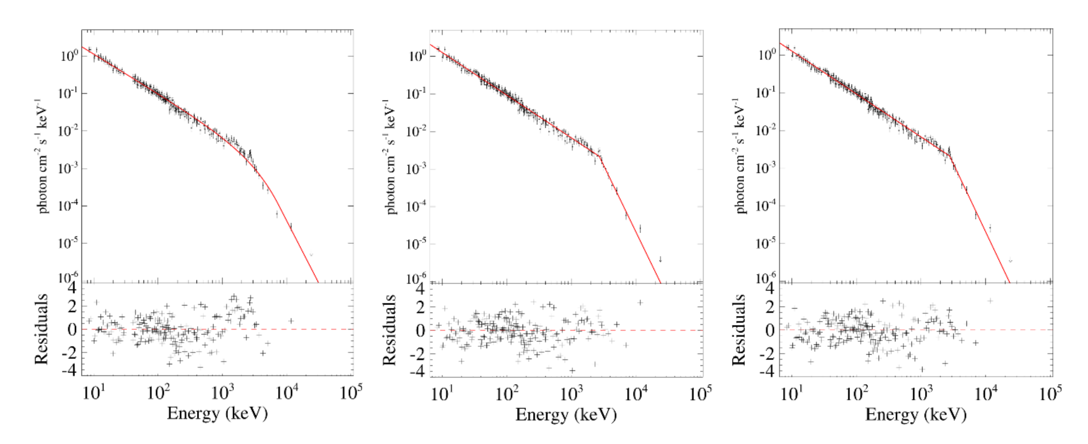


图 5 显示三个模型分别拟合 GRB100826（21.25:22.00s）一个时间段的光子谱，左图为 Band，中图为 SBPL，右图为 BPL。

Fig. 5 Three models are shown to fit GRB100826 (21.25: 22.00s) photon spectrum for a period of time, the left picture shows Band, the middle picture shows SBPL, and the right picture shows BPL.

表 4 模型拟合伽玛暴时间分辨谱的拟合结果

GRBs	T_{start}: T_{end}	Models	log A/N_0	α	E_p/E_b (keV)	β	w	χ^2/Dof	BIC	Fluence(10^{-5}erg/cm^2)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

100826	13.75:14.50	Band	$-1.39^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.10^{+0.02}_{-0.01}$	$5604.98^{+468.27}_{-512.81}$	$-4.33^{+1.55}_{-5.63}$	-	518.78/348	542.24	$2.21^{+0.23}_{-0.19}$
		SBPL	$-2.94^{+0.04}_{-0.05}$	$1.16^{+0.01}_{-0.02}$	$3189.88^{+260.72}_{-203.51}$	$3.37^{+0.23}_{-2.21}$	$25.23^{+18.3}_{-11.15}$	458.08/359	487.47	$2.04^{+0.03}_{-0.01}$
		BPL	$-3.11^{+0.04}_{-0.05}$	$1.12^{+0.01}_{-0.01}$	$3354.73^{+312.55}_{-167.95}$	$3.83^{+0.75}_{-0.32}$	-	457.98/360	481.57	$2.01^{+0.03}_{-0.02}$
	14.50:15.25	Band	$-1.37^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.10^{+0.02}_{-0.02}$	$5905.59^{+869.68}_{-263.90}$	$-4.13^{+1.76}_{-5.99}$	-	565.57/348	589.02	$2.37^{+0.16}_{-0.19}$
		SBPL	$-2.90^{+0.04}_{-0.05}$	$3.55^{+0.42}_{-2.40}$	$3089.00^{+382.11}_{-91.47}$	$1.15^{+2.77}_{-0.02}$	$41.79^{+1.28}_{-28.68}$	489.21/359	518.69	$2.24^{+0.03}_{-0.01}$
		BPL	$-3.16^{+0.04}_{-0.05}$	$1.12^{+0.01}_{-0.02}$	$3829.53^{+361.64}_{-186.49}$	$4.40^{+1.17}_{-0.47}$	-	489.01/360	512.60	$2.23^{+0.01}_{-0.01}$
	15.25:16.00	Band	$-1.40^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.12^{+0.02}_{-0.02}$	$6147.79^{+689.86}_{-62350}$	$-2.62^{+0.52}_{-6.44}$	-	513.68/348	537.13	$2.31^{+0.20}_{-0.14}$
		SBPL	$-2.98^{+0.04}_{-0.04}$	$1.17^{+0.01}_{-0.02}$	$3575.88^{+209.05}_{206.22}$	$5.28^{+1.06}_{-4.10}$	$31.53^{+11.34}_{-19.78}$	415.07/359	444.55	$2.28^{+0.03}_{-0.01}$
		BPL	$-3.16^{+0.02}_{-0.07}$	$1.12^{+0.02}_{-0.00}$	$3695.96^{+417.65}_{-134.59}$	$5.10^{+2.10}_{-0.49}$	-	415.03/360	438.62	$2.29^{+0.33}_{-0.52}$
	16.00:16.75	Band	$-1.40^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.13^{+0.01}_{-0.03}$	$6214.13^{+861.62}_{-517.62}$	$-3.31^{+1.10}_{-6.18}$	-	556.78/348	537.13	$2.53^{+0.65}_{-0.19}$
		SBPL	$-2.82^{+0.03}_{-0.02}$	$3.52^{+0.28}_{-2.38}$	$2878.97^{+211.06}_{-105.01}$	$1.15^{+2.65}_{-0.01}$	$49.09^{+0.90}_{-14.35}$	474.72/359	504.21	$2.28^{+0.03}_{-0.01}$
		BPL	$-3.22^{+0.03}_{-0.06}$	$1.14^{+0.02}_{-0.01}$	$3888.17^{+367.65}_{-215.44}$	$6.12^{+2.83}_{-1.17}$	-	474.58/360	498.17	$2.28^{+0.05}_{-0.01}$
	16.75:17.50	Band	$-1.38^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.12^{+0.01}_{-0.02}$	$6090.86^{+701.64}_{-531.91}$	$-5.63^{+3.13}_{-5.64}$	-	471.55/348	495.00	$2.90^{+0.23}_{-0.16}$
		SBPL	$-2.81^{+0.04}_{-0.03}$	$1.17^{+2.40}_{-0.01}$	$2813.19^{+292.75}_{-182.34}$	$3.39^{+0.21}_{-2.22}$	$9.73^{+16.07}_{-8.40}$	434.55/359	464.04	$2.81^{+0.03}_{-0.01}$
		BPL	$-3.27^{+0.04}_{-0.02}$	$1.14^{+0.02}_{-0.01}$	$4552.39^{+71.17}_{-324.23}$	$9.26^{+0.11}_{-3.21}$	-	434.69/360	458.28	$2.86^{+0.01}_{-0.01}$
	17.50:18.25	Band	$-1.41^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.12^{+0.01}_{-0.03}$	$5908.59^{+1532.74}_{-37.86}$	$-2.52^{+0.48}_{-6.93}$	-	552.28/348	575.74	$2.75^{+0.26}_{-0.21}$
		SBPL	$-2.92^{+0.02}_{-0.03}$	$1.17^{+0.01}_{-0.03}$	$3305.28^{+221.04}_{-143.79}$	$4.11^{+0.40}_{-2.93}$	$33.95^{+9.76}_{-19.14}$	491.91/359	520.72	$2.64^{+0.03}_{-0.01}$
		BPL	$-3.19^{+0.03}_{-0.06}$	$1.13^{+0.02}_{-0.01}$	$3686.78^{+356.70}_{-137.67}$	$5.54^{+2.94}_{-0.74}$	-	491.02/360	514.61	$2.66^{+0.03}_{-0.03}$
	18.25:19.00	Band	$-1.41^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.14^{+0.02}_{-0.02}$	$6824.58^{+1125.88}_{-468.78}$	$-2.88^{+0.67}_{-6.32}$	-	541.80/348	565.26	$2.63^{+0.18}_{-0.18}$
		SBPL	$-2.78^{+0.03}_{-0.03}$	$1.16^{+0.01}_{-0.03}$	$3014.88^{+263.99}_{-154.25}$	$3.82^{+0.34}_{-2.67}$	$18.72^{+23.62}_{-8.29}$	496.91/359	526.40	$2.46^{+0.03}_{-0.01}$
		BPL	$-3.18^{+0.03}_{-0.05}$	$1.12^{+0.02}_{-0.01}$	$3776.04^{+317.09}_{-152.30}$	$4.78^{+2.09}_{-0.60}$	-	496.96/360	520.55	$2.45^{+0.03}_{-0.05}$
	19.00:19.75	Band	$-1.40^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.14^{+0.02}_{-0.01}$	$6588.16^{+590.05}_{-694.73}$	$-3.55^{+1.22}_{-6.02}$	-	476.42/348	499.88	$2.91^{+0.16}_{-0.25}$
		SBPL	$-2.66^{+0.05}_{-0.04}$	$3.47^{+0.14}_{-2.33}$	$2661.68^{+194.73}_{-235.16}$	$1.15^{+0.01}_{-1.43}$	$9.97^{+16.09}_{-8.88}$	453.50/359	482.99	$2.68^{+0.03}_{-0.01}$
		BPL	$-3.18^{+0.03}_{-0.06}$	$1.14^{+0.01}_{-0.02}$	$3610.99^{+370.57}_{-153.32}$	$3.71^{+0.73}_{-0.28}$	-	453.65/360	477.23	$2.69^{+0.03}_{-0.09}$
	19.75:20.50	Band	$-1.36^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.08^{+0.02}_{-0.02}$	$5068.36^{+451.72}_{-425.26}$	$-3.91^{+1.44}_{-5.92}$	-	451.09/348	474.55	$3.13^{+0.24}_{-0.21}$
		SBPL	$-2.68^{+0.04}_{-0.06}$	$1.14^{+0.01}_{-0.03}$	$2662.30^{+288.95}_{-178.55}$	$3.12^{+0.23}_{1.98}$	$6.49^{+16.88}_{-5.06}$	423.93/359	453.41	$3.13^{+0.03}_{-0.01}$
		BPL	$-3.12^{+0.03}_{-0.05}$	$1.11^{+0.01}_{-0.02}$	$3816.46^{+319.04}_{-164.19}$	$5.80^{+2.25}_{-0.45}$	-	424.55/360	448.14	$3.10^{+0.00}_{-0.01}$
	20.50:21.25	Band	$-1.32^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.07^{+0.02}_{-0.01}$	$5206.91^{+628.52}_{-244.94}$	$-3.20^{+0.88}_{-6.31}$	-	517.86/348	541.32	$3.22^{+0.26}_{-0.26}$
		SBPL	$-2.65^{+0.01}_{-0.03}$	$1.13^{+0.01}_{-0.01}$	$2678.51^{+159.97}_{-193.21}$	$3.87^{+0.21}_{-2.75}$	$22.85^{+5.06}_{-12.71}$	478.32/359	507.81	$3.19^{+0.03}_{-0.03}$
		BPL	$-3.00^{+0.02}_{-0.05}$	$1.10^{+0.02}_{-0.00}$	$3352.12^{+296.47}_{-117.80}$	$3.77^{+0.63}_{-0.34}$	-	478.29/360	501.88	$3.16^{+0.03}_{-0.01}$
	21.25:22.00	Band	$-1.30^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.11^{+0.02}_{-0.01}$	$5085.20^{+680.86}_{-258.51}$	$-2.97^{+0.68}_{-6.46}$	-	492.86/348	516.32	$3.39^{+0.27}_{-0.27}$
		SBPL	$-2.73^{+0.03}_{-0.03}$	$1.15^{+0.01}_{-0.01}$	$2852.85^{+228.06}_{-140.63}$	$3.64^{+0.26}_{-2.49}$	$22.82^{+20.42}_{-11.44}$	445.72/359	475.20	$3.39^{+0.03}_{-0.04}$
		BPL	$-3.06^{+0.02}_{-0.05}$	$1.13^{+0.01}_{-0.01}$	$3498.18^{+326.39}_{-92.74}$	$4.36^{+1.33}_{-0.33}$	-	445.53/360	469.12	$3.41^{+0.03}_{-0.01}$
	22.00:22.75	Band	$-1.30^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.11^{+0.01}_{-0.02}$	$4719.17^{+582.73}_{-266.30}$	$-3.79^{+1.21}_{-5.76}$	-	441.12/348	464.57	$3.49^{+0.19}_{-0.21}$
		SBPL	$-2.61^{+0.03}_{-0.05}$	$3.07^{+0.17}_{-1.94}$	$2531.36^{+225.97}_{-117.33}$	$1.13^{+2.12}_{-0.01}$	$41.81^{+1.49}_{-29.59}$	418.73/359	448.22	$3.41^{+0.03}_{-0.51}$
		BPL	$-3.08^{+0.02}_{-0.05}$	$1.13^{+0.01}_{-0.01}$	$3641.87^{+305.60}_{-116.26}$	$6.26^{+2.47}_{-0.87}$	-	418.63/360	442.22	$3.41^{+0.01}_{-0.01}$
	22.75:23.50	Band	$-1.28^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.09^{+0.01}_{-0.02}$	$4974.01^{+360.56}_{-440.89}$	$-2.96^{+0.02}_{-0.03}$	-	563.99/348	587.45	$3.41^{+0.23}_{-0.01}$
		SBPL	$-2.75^{+0.02}_{-0.06}$	$1.15^{+0.03}_{-0.03}$	$2856.13^{+279.52}_{-120.96}$	$3.36^{+0.28}_{-2.21}$	$43.66^{+2.67}_{-14.83}$	492.06/359	521.55	$3.45^{+0.05}_{-0.01}$
		BPL	$-3.11^{+0.05}_{-0.01}$	$1.12^{+0.01}_{-0.01}$	$4105.08^{+49.68}_{-356.63}$	$9.36^{+0.64}_{-1.58}$	-	492.05/360	515.64	$3.47^{+0.03}_{-0.02}$
	23.50:24.25	Band	$-1.21^{+0.01}_{-0.01}$	$-1.12^{+0.01}_{-0.02}$	$4801.31^{+438.39}_{-320.76}$	$-2.92^{+0.57}_{-6.64}$	-	512.96/359	536.42	$3.49^{+0.34}_{-0.29}$

Tab.4 Fitting results of models to fit the time-resolved spectrum of GRBs

表 4 续

GRBs	T_{start}: T_{end}	Models	$\log A/N_0$	α	E_p/E_b (keV)	β	w	χ^2/Dof	BIC	Fluence(10^{-5}erg/cm^2)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

		SBPL	$-2.92^{+0.03}_{-0.05}$	$1.17^{+0.01}_{-0.02}$	$3430.48^{+319.04}_{-164.19}$	$3.98^{+2.55}_{-0.45}$	$47.29^{+2.67}_{-14.91}$	448.58/359	478.07	$3.55^{+0.05}_{-0.04}$
		BPL	$-2.94^{+0.03}_{-0.05}$	$1.16^{+0.01}_{-0.01}$	$3056.49^{+300.70}_{-159.65}$	$3.17^{+0.91}_{-0.26}$	-	448.62/360	472.21	$3.54^{+0.01}_{-0.01}$
130427	0.00:0.78	Band	$-0.32^{+0.01}_{-0.01}$	$-0.64^{+0.02}_{-0.02}$	$625.74^{+19.70}_{-15.36}$	$-2.73^{+0.06}_{-0.12}$	-	493.4/348	516.89	$5.17^{+0.18}_{-0.20}$
		SBPL	$-0.99^{+0.04}_{-0.00}$	$0.63^{+0.01}_{-0.01}$	$1197.35^{+68.05}_{-87.74}$	$4.37^{+0.21}_{-0.16}$	$0.29^{+0.01}_{-0.03}$	517.51/358	546.98	$6.52^{+0.23}_{-0.27}$
		BPL	$-0.91^{+0.02}_{-0.05}$	$0.84^{+0.02}_{-0.01}$	$354.04^{+15.4}_{-13.09}$	$2.33^{+0.04}_{-0.05}$	-	819.67/359	843.25	$7.04^{+0.23}_{-0.24}$
	0.78:1.57	Band	$-0.17^{+0.03}_{-0.02}$	$-0.63^{+0.04}_{-0.03}$	$191.02^{+7.17}_{-9.78}$	$-2.25^{+0.04}_{-0.04}$	-	411.90/348	435.39	$2.08^{+0.13}_{-0.01}$
		SBPL	$-0.17^{+0.03}_{-0.06}$	$2.38^{+0.04}_{-1.65}$	$101.57^{+17.71}_{-0.54}$	$0.58^{+0.84}_{-0.03}$	$0.92^{+0.15}_{-0.11}$	445.84/358	475.31	$2.59^{+0.03}_{-0.19}$
		BPL	$-0.46^{+0.02}_{-0.05}$	$0.93^{+0.01}_{-0.01}$	$108.89^{+4.46}_{-3.41}$	$2.12^{+1.33}_{-0.33}$	-	520.52/359	544.10	$2.87^{+0.13}_{-0.01}$
	1.57:2.35	Band	$0.05^{+0.05}_{-0.06}$	$-0.35^{+0.06}_{-0.07}$	$99.17^{+4.94}_{-4.10}$	$-2.17^{+0.03}_{-0.03}$	-	375.5/348	398.93	$1.19^{+0.09}_{-0.08}$
		SBPL	$-0.33^{+0.01}_{-0.01}$	$0.88^{+0.02}_{-0.02}$	$70.49^{+4.24}_{-0.06}$	$2.19^{+0.02}_{-0.04}$	$4.96^{+18.58}_{-0.21}$	426.08/358	455.55	$1.50^{+0.15}_{-0.11}$
		BPL	$-0.34^{+0.02}_{-0.03}$	$0.89^{+0.03}_{-0.03}$	$68.97^{+2.61}_{-2.94}$	$2.14^{+0.03}_{-0.03}$	-	435.37/359	458.95	$1.58^{+0.03}_{-0.09}$
	2.35:3.13	Band	$-0.10^{+0.08}_{-0.11}$	$-0.46^{+0.09}_{-0.12}$	$75.96^{+6.20}_{-4.06}$	$-2.12^{+0.03}_{-0.05}$	-	465.8/348	489.22	$6.93^{+0.63}_{-0.71}$
		SBPL	$-3.30^{+0.04}_{-0.04}$	$1.42^{+0.01}_{-0.00}$	$5012.91^{+539.43}_{-121.72}$	$8.67^{+0.34}_{-0.31}$	$-0.12^{+0.00}_{-0.00}$	802.82/358	832.30	$0.77^{+0.03}_{-0.01}$
		BPL	$-0.48^{+0.05}_{-0.01}$	$1.07^{+0.01}_{-0.01}$	$59.74^{+2.77}_{-5.73}$	$2.15^{+0.06}_{-0.03}$	-	503.14/359	526.71	$0.87^{+0.03}_{-0.11}$
	3.13:3.91	Band	$-0.07^{+0.04}_{-0.04}$	$-0.48^{+0.05}_{-0.05}$	$135.77^{+7.56}_{-6.48}$	$-2.05^{+0.02}_{-0.03}$	-	359.6/348	383.09	$1.90^{+0.03}_{-0.01}$
		SBPL	$0.06^{+0.04}_{-0.07}$	$0.36^{+0.05}_{-0.86}$	$61.21^{+5.39}_{-5.39}$	$2.18^{+0.01}_{-1.61}$	$0.92^{+0.19}_{-0.03}$	391.90/358	421.37	$2.30^{+0.18}_{-0.13}$
		BPL	$-0.40^{+0.02}_{-0.07}$	$0.89^{+0.01}_{-0.00}$	$84.74^{+2.80}_{-4.42}$	$2.02^{+0.01}_{-0.02}$	-	450.56/359	474.14	$2.50^{+0.15}_{-0.13}$
	3.91:4.70	Band	$0.08^{+0.01}_{-0.01}$	$-0.46^{+0.02}_{-0.02}$	$374.28^{+7.34}_{-8.35}$	$-2.52^{+0.03}_{-0.04}$	-	562.4/348	585.81	$7.35^{+0.22}_{-0.20}$
		SBPL	$-0.11^{+0.01}_{-0.02}$	$2.78^{+0.01}_{-2.45}$	$270.78^{+7.05}_{-19.33}$	$0.43^{+1.18}_{-0.01}$	$0.59^{+0.02}_{-0.01}$	551.19/358	580.66	$9.28^{+0.30}_{-0.24}$
		BPL	$-0.32^{+0.03}_{-0.02}$	$0.71^{+0.01}_{-0.01}$	$200.75^{+8.27}_{-2.12}$	$2.23^{+0.01}_{-0.01}$	-	1085.7/359	1109.28	$10.2^{+0.29}_{-0.29}$
	4.70:5.48	Band	$0.32^{+0.00}_{-0.00}$	$-0.33^{+0.01}_{-0.01}$	$551.37^{+6.44}_{-6.90}$	$-2.73^{+0.03}_{-0.03}$	-	1186.4/348	1209.83	$22.3^{+0.3}_{-0.1}$
		SBPL	$0.32^{+0.01}_{-0.01}$	$0.15^{+0.02}_{-0.02}$	$525.15^{+18.96}_{-46.41}$	$3.56^{+0.05}_{-0.12}$	$0.31^{+0.02}_{-0.01}$	843.62/358	873.10	$28.6^{+0.03}_{-0.03}$
		BPL	$-0.12^{+0.04}_{-0.01}$	$0.58^{+0.01}_{-0.02}$	$296.39^{+2.56}_{-2.31}$	$2.31^{+0.01}_{-0.01}$	-	2864.7/359	2888.29	$30.4^{+0.05}_{-0.04}$
	5.48:6.26	Band	$0.39^{+0.01}_{-0.01}$	$-0.42^{+0.01}_{-0.01}$	$424.45^{+6.35}_{-8.27}$	$-2.42^{+0.02}_{-0.02}$	-	1225.2/348	1248.65	$19.3^{+0.3}_{-0.3}$
		SBPL	$0.36^{+0.01}_{-0.01}$	$0.27^{+0.01}_{-0.01}$	$302.97^{+14.59}_{-1.59}$	$2.92^{+0.05}_{-0.05}$	$0.44^{+0.01}_{-0.01}$	835.11/358	864.58	$24.3^{+0.03}_{-0.04}$
		BPL	$-0.001^{+0.00}_{-0.00}$	$0.66^{+0.02}_{-0.01}$	$213.47^{+1.61}_{-0.36}$	$2.16^{+0.01}_{-0.01}$	-	2419.4/359	2443.0	$26.4^{+0.03}_{-0.01}$
	6.26:7.04	Band	$0.34^{+0.00}_{-0.01}$	$-0.41^{+0.01}_{-0.01}$	$574.69^{+11.94}_{-6.82}$	$-2.50^{+0.02}_{-0.03}$	-	1768.1/348	1791.59	$26.3^{+0.4}_{-0.4}$
		SBPL	$0.20^{+0.01}_{-0.01}$	$0.28^{+0.01}_{-0.01}$	$700.42^{+78.35}_{-18.35}$	$3.64^{+0.16}_{-0.04}$	$0.29^{+0.01}_{-0.02}$	1183.9/358	1213.44	$33.5^{+0.03}_{-0.06}$
		BPL	$-0.04^{+0.01}_{-0.02}$	$0.60^{+0.02}_{-0.01}$	$262.79^{+1.45}_{-8.92}$	$2.13^{+0.02}_{-0.01}$	-	3625.6/359	3649.25	$36.1^{+0.03}_{-0.01}$
	7.04:7.83	Band	$0.27^{+0.00}_{-0.00}$	$-0.42^{+0.01}_{-0.01}$	$722.10^{+8.62}_{-12.02}$	$-2.71^{+0.03}_{-0.03}$	-	1869.7/348	1893.18	$28.7^{+0.03}_{-0.01}$
		SBPL	$0.20^{+0.00}_{-0.01}$	$0.23^{+0.01}_{-0.01}$	$654.88^{+15.51}_{-15.51}$	$3.42^{+0.01}_{-0.06}$	$0.32^{+0.01}_{-4.89}$	1249.8/358	1279.29	$37.6^{+0.05}_{-0.06}$
		BPL	$-0.18^{+0.01}_{-0.02}$	$0.61^{+0.02}_{-0.01}$	$347.31^{+3.92}_{-10.87}$	$2.23^{+0.01}_{-0.01}$	-	3926.9/359	3950.55	$38.8^{+0.03}_{-0.01}$
	7.83:8.61	Band	$0.28^{+0.00}_{-0.00}$	$-0.44^{+0.01}_{-0.01}$	$718.53^{+9.42}_{-9.32}$	$-2.87^{+0.03}_{-0.05}$	-	1662.9/348	1686.36	$27.1^{+0.03}_{-0.04}$
		SBPL	$-0.002^{+0.00}_{-0.00}$	$3.46^{+0.02}_{-0.05}$	$682.43^{+1.69}_{-6.07}$	$0.37^{+0.01}_{-0.01}$	$0.39^{+0.01}_{-0.01}$	1318.6/358	1348.16	$35.2^{+0.5}_{-0.4}$
		BPL	$-0.21^{+0.02}_{-0.01}$	$0.64^{+0.02}_{-0.00}$	$366.34^{+2.85}_{-13.12}$	$2.32^{+0.03}_{-0.01}$	-	3835.7/359	3859.33	$36.8^{+0.03}_{-0.01}$
	8.61:9.39	Band	$-0.30^{+0.00}_{-0.00}$	$-0.47^{+0.01}_{-0.01}$	$683.29^{+9.65}_{-9.76}$	$-2.78^{+0.04}_{-0.03}$	-	1761.5/348	1784.92	$26.6^{+0.03}_{-0.01}$
		SBPL	$0.20^{+0.02}_{-0.02}$	$3.20^{+0.01}_{-0.04}$	$524.69^{+16.71}_{-21.58}$	$0.28^{+0.01}_{-0.01}$	$0.38^{+0.01}_{-0.01}$	1222.7/358	1252.23	$34.8^{+0.03}_{-0.01}$
		BPL	$-0.17^{+0.01}_{-0.01}$	$0.66^{+0.02}_{-0.01}$	$332.26^{+9.18}_{-3.52}$	$2.25^{+0.05}_{-0.02}$	-	3924.2/359	3947.74	$36.3^{+0.03}_{-0.01}$
	9.39:10.2	Band	$0.26^{+0.00}_{-0.00}$	$-0.46^{+0.01}_{-0.01}$	$759.74^{+12.00}_{-8.14}$	$-2.82^{+0.04}_{-0.04}$	-	1567.4/348	1590.8	$28.5^{+0.03}_{-0.01}$
		SBPL	$0.10^{+0.01}_{-0.01}$	$3.31^{+0.01}_{-0.01}$	$621.54^{+2.44}_{-3.04}$	$0.30^{+0.01}_{-0.01}$	$0.38^{+0.01}_{-0.01}$	1228.4/358	1257.84	$36.9^{+0.03}_{-0.01}$

Tab.4 continued

表 4 续

Tab.4 continued

GRBs (1)	T_{start}: T_{end} (2)	Models (3)	log A/N_0 (4)	α (5)	E_p/E_b (keV) (6)	β (7)	w (8)	χ^2/Dof (9)	BIC (10)	Fluence(10^{-5}erg/cm^2) (11)
		BPL	$-0.25^{+0.01}_{-0.01}$	$0.66^{+0.01}_{-0.02}$	$387.71^{+3.10}_{-5.26}$	$2.31^{+0.02}_{-0.01}$	-	3706.7/359	3730.34	$38.4^{+0.03}_{-0.06}$
	10.17:10.96	Band	$0.35^{+0.00}_{-0.01}$	$-0.51^{+0.01}_{-0.01}$	$545.41^{+10.98}_{-7.83}$	$-2.49^{+0.02}_{-0.04}$	- $-0.41^{+0.01}_{-0.01}$	1562.9/348	1586.36	$23.8^{+0.4}_{-0.4}$
		SBPL	$0.28^{+0.41}_{-0.01}$	$2.97^{+0.01}_{-0.03}$	$398.99^{+0.41}_{-13.21}$	$0.33^{+0.01}_{-0.01}$	-	1019.6/358	1049.04	$30.9^{+0.42}_{-0.45}$
		BPL	$-0.03^{+0.01}_{-0.01}$	$0.67^{+0.01}_{-0.00}$	$239.79^{+2.42}_{-3.20}$	$2.11^{+0.01}_{-0.01}$	-	3185.9/359	3209.51	$32.9^{+0.03}_{-0.05}$
	10.96:11.74	Band	$0.39^{+0.01}_{-0.01}$	$-0.52^{+0.02}_{-0.02}$	$275.17^{+5.64}_{-5.73}$	$-2.22^{+0.01}_{-0.02}$	$0.78^{+0.05}_{-0.01}$	792.4/348	815.88	$12.0^{+0.3}_{-0.3}$
		SBPL	$0.28^{+0.01}_{-0.05}$	$2.42^{+0.02}_{-0.04}$	$158.82^{+5.78}_{-7.64}$	$0.50^{+0.01}_{-0.01}$	-	725.02/358	754.49	$15.0^{+0.2}_{-0.1}$
		BPL	$-0.001^{+5.31}_{-0.05}$	$0.82^{+0.02}_{-0.01}$	$155.08^{+1.23}_{-0.36}$	$2.11^{+0.03}_{-0.01}$	-	1494.2/359	1517.76	$16.1^{+0.3}_{-0.01}$
	11.74:12.52	Band	$0.25^{+0.04}_{-0.03}$	$-0.56^{+0.05}_{-0.04}$	$103.64^{+3.43}_{-4.16}$	$-2.19^{+0.02}_{-0.03}$	$1.05^{+0.35}_{-0.13}$	384.7/348	408.19	$2.46^{+0.03}_{-0.1}$
		SBPL	$0.37^{+0.35}_{-0.13}$	$0.49^{+0.16}_{-0.07}$	$52.97^{+6.17}_{-2.16}$	$2.30^{+0.04}_{-0.01}$	-	455.31/358	484.78	$3.01^{+0.03}_{-0.01}$
		BPL	$-0.01^{+0.01}_{-0.02}$	$0.98^{+0.01}_{-0.03}$	$68.20^{+2.02}_{-0.69}$	$2.14^{+0.03}_{-0.03}$	-	549.21/359	572.79	$3.28^{+0.13}_{-0.01}$
	12.52:13.30	Band	$0.08^{+0.02}_{-0.02}$	$-0.72^{+0.02}_{-0.02}$	$236.20^{+8.13}_{-8.00}$	$-2.14^{+0.03}_{-0.02}$	$0.91^{+0.04}_{-0.01}$	527.7/348	551.13	$5.49^{+0.03}_{-0.01}$
		SBPL	$0.01^{+0.01}_{-0.01}$	$2.33^{+0.01}_{-0.02}$	$129.16^{+4.57}_{-4.57}$	$0.68^{+0.01}_{-0.02}$	-	531.51/358	560.98	$6.76^{+0.33}_{-0.01}$
		BPL	$-0.17^{+0.01}_{-0.01}$	$0.93^{+0.01}_{-0.01}$	$115.78^{+2.36}_{-3.76}$	$2.02^{+0.02}_{-0.01}$	-	778.56/359	802.14	$7.56^{+0.22}_{-0.20}$
	13.30:14.09	Band	$0.21^{+0.07}_{-0.06}$	$-0.55^{+0.07}_{-0.07}$	$74.45^{+3.20}_{-3.34}$	$-2.16^{+0.02}_{-0.02}$	$0.66^{+0.01}_{-0.05}$	415.8/348	439.27	$1.48^{+0.1}_{-0.1}$
		SBPL	$-1.17^{+0.02}_{-0.02}$	$1.36^{+0.01}_{-0.01}$	$310.43^{+13.89}_{-13.89}$	$3.66^{+0.15}_{-0.01}$	-	859.39/358	888.86	$1.52^{+0.08}_{-0.01}$
		BPL	$-0.05^{+0.02}_{-0.03}$	$1.07^{+0.01}_{-0.00}$	$53.17^{+1.34}_{-2.33}$	$2.13^{+0.02}_{-0.02}$	-	489.71/359	513.29	$1.96^{+0.03}_{-0.09}$
	14.09:14.87	Band	$-0.44^{+0.00}_{-0.02}$	$-1.16^{+0.01}_{-0.02}$	$58.22^{+1.75}_{-1.75}$	$-2.05^{+0.01}_{-0.03}$	$0.34^{+0.13}_{-0.01}$	513.0/348	536.50	$0.80^{+0.07}_{-0.01}$
		SBPL	$-3.99^{+0.25}_{-0.04}$	$3.21^{+0.33}_{-0.29}$	$6751.19^{+1069.56}_{-1166.05}$	$1.70^{+0.01}_{-0.01}$	-	729.06/358	758.53	$1.13^{+0.12}_{-0.01}$
		BPL	$-3.83^{+0.03}_{-0.39}$	$1.84^{+0.01}_{-0.01}$	$3309.92^{+2107.91}_{-3.24}$	$2.07^{+0.72}_{-6.61}$		767.69/359	791.27	$1.45^{+0.11}_{-0.01}$

3 总结与讨论

我们使用拐折幂率模型 SBPL、折线幂率模型 BPL 和 Band 去拟合 8 个 Fermi 亮暴的时间分辨光谱数据，得到 165 个最佳模型拟合谱。通过比较几个模型的拟合结果得到 BPL 模型能很好地拟合较暗的暴，而较亮的暴用 SBPL 和 Band 可以得到很好地拟合。在我们的样本中有一半谱 BPL 可以得到很好地拟合，即当我们用经验模型拟合谱时发现折线模型 BPL 比 Band 拟合的还好，这意味着有些暴（特别是相对较暗的暴）的谱形接近折线形状，表明观测光谱的谱拐折比较尖锐，以至于同步模型难以解释伽玛暴能谱[11-12]。另外，SBPL 模型参数 w 的值越大（10~50），SBPL 谱的谱拐折越尖锐，此时 SBPL 和 BPL 的拟合结果基本一致（如 GRB100826），但 BPL 是最佳拟合模型。w 越小（0~10），谱拐折越平滑（如 GRB130427），SBPL 和 Band 的拟合优于 BPL。Fluence<4×10^{-5}erg/cm^{2}范围内能谱最佳拟合模型是 BPL，Band 和 SBPL 拟合这部分数据虽然不是最优，但也得到可接受的拟合结果，说明现有的数据不能很好地剔除这些光子模型。

此外，模型对 GRB130427A 的部分拟合不是很好，BIC 比较大，这种情况表明可能存在较强的谱演化。能谱拟合受有限光子数和拟合模型自身的影响，光子数少使高能谱指数得不到准确限制，影响高能光谱形状；模型作为数据的代理会导致偏差，模型间接影响光谱的形状。并且这些模型都是数学函数，它们不能真实反映伽玛暴的物理机制。另一方面，我们的拟合受到仪器响应矩阵的限制，不能很好地确定伽玛暴真实的物理模型。如果将来解决了仪器响应矩阵的影响并且仪器的时间和能量分辨率有所提高，观测到更多更高精度的数据，这将极大促进伽玛暴物理机制的研究进程。

参考文献

[1] 黄舜. Fermi 伽玛射线暴瞬时辐射热成分研究[D]. 云南：云南师范大学，2017.

Huang Shun. Investigating the thermal component in the prompt eission of Fermi Gamma-Ray Bursts[D]. Yunnan: Yunnan Normal University, 2017.

[2] Guiriec S, Connaughton V, Briggs M S, et al. Detection of a Thermal Spectral Component in the Prompt Emission of GRB 100724B[J]. Astrophysical Journal, 2011, 727(2):581-586.

[3] Piran T, Sari R, Zou Y C. Observational limits on inverse Compton processes in gamma-ray bursts[J]. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2009, 393(4):1107-1113.

[4] Rees M J, Meszaros P. Unsteady outflow models for cosmological gamma-ray bursts[J]. Astrophysical Journal, 1994, 430(2):L93-L96.

[5] ZHANG BING, PETER MÉSZÁROS. GAMMA-RAY BURSTS: PROGRESS, PROBLEMS & PROSPECTS[J]. International Journal of Modern Physics A, 2003, 19(15):2385-2472.

[6] Zhang B, Yan H. The Internal-Collision-Induced Magnetic Reconnection and Turbulence (ICMART) Model of Gamma-Ray Bursts[J]. Astrophysical Journal, 2010, 726(2):380-391.

[7] Zhang B, Zhang B. Gamma-Ray Burst Prompt Emission Light Curves and Power Density Spectra in the ICMART Model[J]. Astrophysical Journal, 2014, 782(2):41-41.

[8] Band D, Matterson J, Ford L, et al. BATSE observations of gamma‐ray burst spectral diversity[J]. Astrophysical Journal, 1993, 280:281-292.

[9] Yu H F, Preece R D, Greiner J, et al. The Fermi GBM gamma-ray burst time-resolved spectral catalog: brightest bursts in the first four years[J]. Astronomy & Astrophysics, 2016, 588:135-190.

[10] Kaneko Y, Preece R D, Briggs M S, et al. The complete spectral catalog of bright batse gamma-ray bursts[J].The Astrophysical Journal Supplement Series, 2006, 166:298-340.

[11] Axelsson, M., Borgonovo, L. 2015. The width of gamma-ray burst spectra[J]. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 447, 3150-3154.

[12] Yu H F, van Eerten H J, Greiner J, et al. The sharpness of gamma-ray burst prompt emission spectra[J]. Astronomy and astrophysics, 2015, 583:129-145.

[13] Meegan C, Lichti G, Bhat P N, et al. The Fermi Gamma-Ray Burst Monitor[J]. Astrophysical Journal, 2009, 702(1):791-804.

[14] Zhang B B, Uhm Z L, Connaughton V, et al. Synchrotron Origin of the Typical GRB Band Function-A Case Study of GRB 130606B[J]. The Astrophysical Journal 2016, 816:72-83.

[15] Ravasio M E, Oganesyan G, Ghirlanda G, et al. Consistency with synchrotron emission in the bright GRB 160625B observed by Fermi[J]. 2017, 613:16-26.

Model limitation of break power-law fitting of the Fermi GRB time-resolved spectra

Wang Daozhou，Peng Zhaoyang，Chang Xuezhao，Chen Jiaming，Wang Chen，Luo Shuangling

(College of Physics and Electronic Information, Yunnan Normal University, Yunnan, Kunming 650500)

Abstract: We use the models SBPL (smooth break power-law), BPL (power-law connecting broken line) and Band to fit 8 Fermi bright bursts to get 165 best model fitting spectra. Then based on the energy flux Fluence of these 165 spectra, the range of the three model fitting data and some conclusions are obtained. Obtaining BPL can fit darker bursts well (Fluence<5×10^{-5}erg/cm^2) ,

while brighter bursts can get better fit with Band（5×10^{-5}erg/cm^2<Fluence<20×10^{-5}erg/cm^2）and SBPL（20×10^{-5}erg/cm^2<Fluence<38×10^{-5}erg/cm^2）. Nearly half of the spectra in the sample is fitted well by BPL, indicating that the spectral shape of some dark bursts is close to the shape of the broken line, that is, the spectral break is sharper. Although the best fitting model in most spectra is BPL, Band and SBPL also get acceptable fits, and there are so few high-energy photons that the existing data cannot well exclude some energy spectrum models. In addition, the current fitting may be affected by the response matrix of the instrument, and it is not possible to determine the true physical model very well, that is, the GRB spectrum may be explained by the model, but it may not be true.

Key words: Gamma-ray burst; Prompt emission; Spectral fitting; Data analysis